

0P02147

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 7月30日

出願番号

Application Number:

特願2002-221538

[ST.10/C]:

[JP2002-221538]

出願人

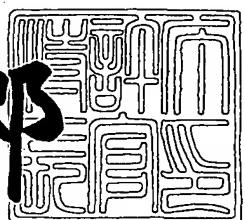
Applicant(s):

日立化成工業株式会社

2003年 2月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3009452

【書類名】 特許願

【整理番号】 14501240

【提出日】 平成14年 7月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C30B 15/04  
C30B 15/26  
C30B 29/34  
G01T 1/202

【発明の名称】 希土類珪酸塩単結晶

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社 総合研究所内

【氏名】 住谷 圭二

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字足崎字西原1380番地1 日立化成工業株式会社 山崎事業所内

【氏名】 石橋 浩之

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社 総合研究所内

【氏名】 ナチムス セングットバン

【特許出願人】

【識別番号】 000004455

【氏名又は名称】 日立化成工業株式会社

【代表者】 内ヶ崎 功

【電話番号】 03-5381-2403

【連絡先】 知的所有権室

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010043

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 希土類珪酸塩単結晶

【特許請求の範囲】

【請求項1】

Feを0.1ppmを超えて50ppm以下含有することを特徴とする希土類珪酸塩単結晶。

【請求項2】

希土類成分がガドリニウムである請求項1記載の希土類珪酸塩単結晶。

【請求項3】

希土類珪酸塩単結晶がセリウム賦活珪酸ガドリニウムである請求項1または請求項2記載の希土類珪酸塩単結晶。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シンチレータ等に用いられる希土類珪酸塩単結晶に関する。

【0002】

【従来の技術】

珪酸ガドリニウム単結晶等の希土類珪酸塩単結晶は、シンチレータ、蛍光体等として広く用いられている。この珪酸ガドリニウム単結晶等は、希土類酸化物の酸化ガドリニウムと珪素酸化物の二酸化珪素を原料として、チョクラルスキー法等の原料融液から単結晶を育成する方法によって製造される。更に、一般には希土類珪酸塩単結晶に蛍光中心としてCe等の添加物をドープしている。蛍光減衰時間等のシンチレータ特性には、構成元素以外の希土類元素及び遷移金属等の不純物が悪影響を与えると考えられ、それらの不純物元素を低減した99.99重量%以上の高純度原料(Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等)を使用して結晶育成が行なわれている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従来の珪酸ガドリニウム単結晶等の希土類珪酸塩単結晶をシンチレータとして

用いた場合の発光減衰曲線は2成分からなり、減衰の速い成分(Fast成分)は30~60ns、遅い成分(Slow成分)は400~600nsであり、その減衰の速い成分(Fast成分)と遅い成分(Slow成分)の出力比(存在比)はそれぞれ70~80%:30~20%程度であった。このため蛍光減衰時間の短縮化が望まれるPET(陽電子放出核種断層撮像装置、Positron emission computed tomography)用シンチレータでは発光減衰曲線の遅い成分(Slow成分)のみを高速化させ、その出力比(存在比)を低減することが望まれていた。

本発明は発光減衰曲線の遅い成分(Slow成分)を低減し、蛍光減衰時間を短縮化することを特徴とする希土類珪酸塩単結晶を提供するものである。

#### 【0004】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、特定の不純物を添加した希土類珪酸塩単結晶、すなわちFeを0.1ppmを超えて50ppm以下含有させることにより蛍光減衰時間を短縮化することを特徴とする希土類珪酸塩単結晶である。希土類成分がガドリニウムであると好ましく、またCeをドープした珪酸ガドリニウム単結晶であることが好ましい。

#### 【0005】

##### 【発明の実施の形態】

本発明者らは、希土類珪酸塩単結晶の発光減衰曲線の2成分：減衰の速い成分(Fast成分)及び遅い成分(Slow成分)とそれぞれの出力比(存在比)と、その原料である希土類珪酸塩単結晶中の不純物濃度について検討した結果、特定の不純物元素を含有させることができ、育成した単結晶の特性に影響することを見いだし本発明に達した。すなわち珪酸ガドリニウム単結晶中にFeを0.1ppmを超えて50ppm以下含有することによって発光減衰曲線の遅い成分(Slow成分)を低減し、蛍光減衰時間を短縮化が図られ、シンチレータ特性向上できることがわかった。

#### 【0006】

本発明における希土類珪酸塩単結晶中のFeの含有量は0.1ppmを超えて

50 ppm以下であることが必要であり、好ましくは5 ppm～40 ppmの範囲、最も好ましくは10～30 ppmの範囲である。

## 【0007】

不純物Feの含有量が0.1 ppm以下の場合、発光減衰曲線における遅い成分(Slow成分)は低減されず、蛍光減衰時間は短縮化されない。一方、不純物Feの含有量が0.1 ppmを超えると、発光減衰曲線における遅い成分(Slow成分)が低減され、蛍光減衰時間は短縮化される。しかし、不純物Feの含有量が50 ppmを超えると、蛍光出力が急激に減少し劣化する。このため、本発明における不純物Feの含有量は0.1 ppmを超えて50 ppm以下であることが必要である。

## 【0008】

本発明の希土類珪酸塩単結晶は、珪酸ガドリニウム単結晶以外の、一般式 $Ln_{2-x}Ce_xSiO_5$ （但し、 $Ln = Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb$ 及び $Lu$ からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素を表し、 $x = 0 \sim 2$ の値である）で示される希土類珪酸塩単結晶についても、同様の結果となる。以上の希土類珪酸塩単結晶は、珪酸ガドリニウム単結晶の結晶構造と同じ結晶構造を持ち、その構造は空間群 $P\bar{2}1/c$ に属する。

## 【0009】

## 【実施例】

次に、実施例に基づいて本発明を具体的に説明する。原料として酸化ガドリニウム( $Gd_2O_3$ 、99.99重量%)、二酸化珪素( $SiO_2$ 、99.99重量%)、酸化セリウム( $CeO_2$ 、99.99重量%)、及び酸化鉄(III) ( $Fe_2O_3$ 、99.99重量%)を使用して、チョクラルスキー法によって単結晶を育成した。単結晶から $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$ の試料を採取して、シンチレータのエネルギースペクトル( $^{137}Cs$ )及びデジタルオシロにより発光減衰曲線を測定し、蛍光減衰時間、減衰成分の存在比(Fast成分/Slow成分)、及び蛍光出力をまとめて表1に示した。ただし、それぞれの実施例について3本の単結晶を育成し、その平均値を示した。なお、本実施例は好適な一例を示

すもので、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

## 【0010】

## (実施例1)

Ce濃度0.48mol%の珪酸ガドリニウム単結晶を以下のようにして作製した。酸化ガドリニウムを2573.5g、二酸化珪素を426.5g、酸化セリウムを5.9g、そして酸化鉄(III)を0.0038g秤量して混合し、1200°Cで焼成した後直径100mmのIrるつぼにチャージし、原料融液1950°C、種結晶の回転数30rpm、引き上げ速度2mm/hの条件で、原料の80重量%が結晶化した段階で引き上げを完了し、直径50mmの単結晶を育成した。作製した結晶中のFe濃度測定を、誘導結合プラズマ( I C P : I n d u c t i v e l y C o u p l e d P l a s m a ) 質量分析法を用いて測定した結果、0.3ppmであった。

## 【0011】

## (実施例2)

Ce濃度0.48mol%の珪酸ガドリニウム単結晶を以下のようにして作製した。酸化ガドリニウムを2573.5g、二酸化珪素を426.5g、酸化セリウムを5.9g、そして酸化鉄(III)を0.045g秤量して混合し、1200°Cで焼成した後直径100mmのIrるつぼにチャージし、原料融液1950°C、種結晶の回転数30rpm、引き上げ速度2mm/hの条件で、原料の80重量%が結晶化した段階で引き上げを完了し、直径50mmの単結晶を育成した。作製した結晶中のFe濃度測定を、誘導結合プラズマ( I C P ) 質量分析法を用いて測定した結果、4.6ppmであった。

## 【0012】

## (実施例3)

Ce濃度0.48mol%の珪酸ガドリニウム単結晶を以下のようにして作製した。酸化ガドリニウムを2573.5g、二酸化珪素を426.5g、酸化セリウムを5.9g、そして酸化鉄(III)を0.6g秤量して混合し、1200°Cで焼成した後直径100mmのIrるつぼにチャージし、原料融液1950°C、種結晶の回転数30rpm、引き上げ速度2mm/hの条件で、原料の80重

量%が結晶化した段階で引き上げを完了し、直径50mmの単結晶を育成した。作製した結晶中のFe濃度測定を、誘導結合プラズマ（ICP）質量分析法を用いて測定した結果、48ppmであった。

## 【0013】

比較例として、実施例と同様にCe濃度0.48mol%の珪酸ガドリニウム単結晶の場合の例を説明する。原料として実施例で使用したものと全く同じ（精製ロット番号も同じ）酸化ガドリニウム（Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、99.99重量%）と、二酸化珪素（SiO<sub>2</sub>、99.99重量%）、酸化セリウム（CeO<sub>2</sub>、99.99重量%）及び酸化鉄（III）（Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、99.99重量%）を使用して、チョクラルスキー法によって単結晶を育成した。単結晶から10×10×10mm<sup>3</sup>の試料を採取して、シンチレータのエネルギースペクトル（<sup>137</sup>Cs）及びデジタルオシロにより発光減衰曲線を測定し、蛍光減衰時間、減衰成分の存在比（Fast成分/Slow成分）、及び蛍光出力をまとめて表1に示した。ただし、それぞれの条件について3本の単結晶を育成し、その平均値を示した。

## 【0014】

## （比較例1）

Ce濃度0.48mol%の珪酸ガドリニウム単結晶を以下のようにして作製した。酸化ガドリニウムを2573.5g、二酸化珪素を426.5g、酸化セリウムを5.9g秤量して混合し、1200℃で焼成した後直径100mmのIrるつぼにチャージし、原料融液1950℃、種結晶の回転数30rpm、引き上げ速度2mm/hの条件で、原料の80重量%が結晶化した段階で引き上げを完了し、直径50mmの単結晶を育成した。作製した結晶中のFe濃度測定を、誘導結合プラズマ（ICP）質量分析法を用いて測定した結果、0ppmであった。

## 【0015】

## （比較例2）

Ce濃度0.48mol%の珪酸ガドリニウム単結晶を以下のようにして作製した。酸化ガドリニウムを2573.5g、二酸化珪素を426.5g、酸化セリウムを5.9g、そして酸化鉄（III）を0.65g秤量して混合し、120

0°Cで焼成した後直径100mmのI rるつぼにチャージし、原料融液1950°C、種結晶の回転数30r p m、引き上げ速度2mm/hの条件で、原料の80重量%が結晶化した段階で引き上げを完了し、直径50mmの単結晶を育成した。作製した結晶中のFe濃度測定を、誘導結合プラズマ（I C P）質量分析法を用いて測定した結果、52p p mであった。

## 【0016】

## （比較例3）

Ce濃度0.48m o 1%の珪酸ガドリニウム単結晶を以下のようにして作製した。酸化ガドリニウムを2573.5g、二酸化珪素を426.5g、酸化セリウムを5.9g、そして酸化鉄（III）を0.85g秤量して混合し、1200°Cで焼成した後直径100mmのI rるつぼにチャージし、原料融液1950°C、種結晶の回転数30r p m、引き上げ速度2mm/hの条件で、原料の80重量%が結晶化した段階で引き上げを完了し、直径50mmの単結晶を育成した。作製した結晶中のFe濃度測定を、誘導結合プラズマ（I C P）質量分析法を用いて測定した結果、68p p mであった。

## 【0017】

## 【表1】

項目	Al濃度 (ppm)	蛍光減衰時間 (ns)	減衰成分の存在比 Fast/Slow	蛍光出力 (相対比)
実施例1	0.3	50	89/11	91
実施例2	4.6	48	91/9	87
実施例3	48	46	92/8	80
比較例1	0	67	78/22	100
比較例2	52	45	93/7	59
比較例3	68	41	96/4	52

## 【0018】

比較例1に示したように、不純物Feの濃度が0.1p p m以下もしくは不純物Feが存在しないと発光減衰曲線の遅い成分（Slow成分）は低減されず、蛍光減衰時間は短縮化されない。一方、実施例1～3に示したように、不純物Fe濃度が0.1p p mを越すとSlow成分の存在比は低減し、その結果蛍光減

衰時間は大きく短縮化される。しかし、比較例2、3に示したように、不純物F<sub>e</sub>の濃度が50 ppmを越すと蛍光減衰時間は短縮化されるが、蛍光出力が急激に低下し、シンチレータ特性が劣化する。不純物F<sub>e</sub>濃度を0.1 ppmを超えて50 ppm以下の範囲に存在させることにより、シンチレータ特性を保ちながら蛍光減衰時間を短縮化させることができ、これによりPET装置の高速診断化を図ることができる。

【0019】

【発明の効果】

本発明による希土類珪酸塩単結晶は発光減衰曲線の遅い成分(Slow成分)を低減し、蛍光減衰時間の短縮化を図ることができる。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シンチレータ特性で要求されている発光減衰曲線の遅い成分 (S 1.0 w成分) を低減し、蛍光減衰時間を短縮化できる希土類珪酸塩単結晶を提供する

【解決手段】 希土類珪酸塩単結晶において、Fe を 0.1 ppm を超えて 50 ppm 以下含有させる。

【選択図】 なし

出願人履歴情報

識別番号 [00004455]

1. 変更年月日 1993年 7月27日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

氏 名 日立化成工業株式会社